

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 197 19 953 A 1

51 Int. Cl.⁶:
H 01 Q 25/00
G 01 S 7/03

21 Aktenzeichen: 197 19 953.4
22 Anmeldetag: 14. 5. 97
43 Offenlegungstag: 19. 11. 98

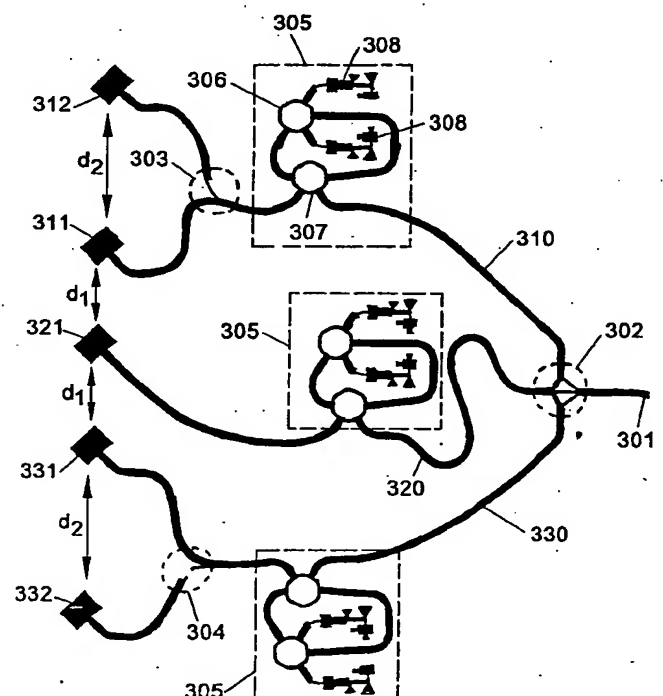
71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Schneemann, Joerg, Dr., 71554 Weissach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Kraftfahrzeug-Radarsensor

57 Es wird ein Kraftfahrzeug-Radarsensor vorgeschlagen mit einer Antennenanordnung, bestehend aus einem fokussierenden Mittel und mindestens drei ersten Erregerelementen (311, 321, 331), die in Verbindung mit dem fokussierenden Mittel mindestens drei, sich allenfalls teilweise überlappende Antennenkeulen ausbilden und die schaltbar oder permanent mit ersten Sende- und/oder Empfangsschaltkreisen (313) des Radarsensors verbindbar oder verbunden sind, wobei mindestens ein weiteres Erregerelement (312, 332) vorhanden ist, welches zu einem der ersten Erregerelemente derart unmittelbar parallel geschaltet ist, daß diese beiden Erregerelemente ihre Signale gemeinsam von ein und demselben Sendeschaltkreis erhalten bzw. gemeinsam an ein und denselben Empfangsschaltkreis liefern. Durch eine solche erfindungsgemäße Anordnung läßt sich im Antennendiagramm des Radarsensors eine schulterartige Ausbuchtung einer Hauptkeule hervorrufen, die vorteilhafterweise den beobachtbaren Winkelbereich insbesondere im Nahbereich erweitert.



DE 197 19 953 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kraftfahrzeug-Radarsensor wie er beispielsweise im Rahmen einer automatischen Abstandswarnung oder einer adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung eingesetzt wird.

Stand der Technik

Ein solcher Radarsensor ist beispielsweise aus der WO 97/02496 bekannt. In dieser Schrift wird ein monostatischer FMCW-Radarsensor für ein Fahrzeug zur Detektion von Objekten beschrieben, bei dem wenigstens ein Antennenfeed in Verbindung mit einer dielektrischen Linse sowohl zum Senden als auch zum Empfangen eines entsprechenden Echsignals ausgebildet ist. Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist dieser Radarsensor drei Antennenfeeds auf, die jeweils zum Senden und zum Empfangen genutzt werden. Dazu ist jedes der drei Antennenfeeds über eine Sende/Empfangsschaltkreise verbunden. Die Sende/Empfangsschaltkreise ist in Form eines Ringkopplers realisiert. Bei diesem beschriebenen Radarsensor handelt es sich somit um einen dreistrahligem Radarsensor, der geeignet ist, eine Winkel- lage detektierter Radarziele zu bestimmen.

Im Verlauf der Entwicklung hat sich nun folgende Schwierigkeit bei einem solchen Radarsensor ergeben: Um die erforderliche Winkelauflösung zu erreichen, die benötigt wird, um detektierte Objekte einzelnen Fahrspuren zuordnen zu können, müssen die Antennenkeulen, die zu den einzelnen Antennenfeeds gehören, vergleichsweise schmal sein. Dies hat jedoch den Nachteil, daß ein Objekt, wie beispielsweise ein vorausfahrendes Fahrzeug, welches sich auf einer benachbarten Fahrspur in einer vergleichsweise geringen Entfernung vor dem mit einem solchen Radarsensor ausgerüsteten Fahrzeug befindet, nur schlecht oder gar nicht detektiert werden kann. So kann beispielsweise mit einem Radarsensor, der einen beobachtbaren Winkelbereich von $\pm 5^\circ$ besitzt, ein parallelfahrendes Fahrzeug in einer benachbarten Fahrspur und in einem seitlichen Abstand von 1 m erst in einer Entfernung von 15 m detektiert werden. Dementsprechend ist es wünschenswert, im Nahbereich eines solchen Radarsensors den beobachtbaren Winkelbereich zu vergrößern. Hierzu sind verschiedene Möglichkeiten denkbar, die jedoch jeweils mit Nachteilen verbunden sind. So würde eine Verbreiterung des beobachtbaren Winkelbereichs durch eine Verbreiterung der Antennenkeulen oder durch eine Spreizung der Antennenkeulen die erreichbare Winkelauflösung verschlechtern und die Detektionsreichweite reduzieren. Eine Verwendung von weiteren, zusätzlichen Antennenkeulen ist demgegenüber auf Grund der damit verbundenen zusätzlichen Signalverarbeitungsschaltkreise mit erhöhten Kosten verbunden. Gleiches gilt für ein mechanisches oder elektronisches Schwenken der vorhandenen Antennenkeulen. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz eines sogenannten belegungskorrigierten (shaped) Linsensystems. Bei einem solchen kann durch eine gezielte Formung der Linsenoberflächen ein weitgehend gestaltes Antennendiagramm erzeugt werden. Nachteil ist jedoch, daß solche Linsen sehr viel dicker sind als gewöhnliche Antennenlinsen. Dementsprechend weisen sie ein höheres Gewicht und größere Verluste auf. Weiterhin ist eine Belegungskorrektur nur für ein einziges Antennenfeed exakt möglich. Bei den übrigen Antennenkeulen eines mehrstrahligen Radarsystems treten dann Degradationen auf. Darüber hinaus ist ein solches Linsensystem sehr empfindlich gegenüber mechanischen Toleranzen, insbesondere bei der Montage eines entsprechenden Radarsensors an einem Kraftfahr-

zeug.

Die genannte Problematik, seitlich fahrende Fahrzeuge auch im Nahbereich zu entdecken, wird sogar zu einer Seite noch verstärkt, wenn ein entsprechender Radarsensor an einem Kraftfahrzeug nicht mittig zur Fahrzeuglängsachse montiert werden kann. Wird ein solcher Radarsensor beispielsweise unterhalb des vorderen rechten Scheinwerfers eines Fahrzeugs montiert, vergrößert sich der "blinde" Bereich auf der linken Seite des Fahrzeugs.

Aufgabe, Lösung und Vorteile der Erfindung

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, einen Kraftfahrzeug-Radarsensor anzugeben, dessen beobachtbarer Winkelbereich im Nahbereich auf einfache und kostengünstige Weise verbreitert ist oder dessen beobachtbarer Winkelbereich im Nahbereich bei Bedarf auf einfache und kostengünstige Weise verbreitert werden kann. Letzteres ist insbesondere dann erforderlich, wenn ein erfindungsgemäßer Radarsensor an unterschiedliche Kraftfahrzeugtypen appliziert werden soll. Dabei soll die Verbreiterung die bisher erreichten Eigenschaften eines gattungsgemäßen Radarsensors, wie beispielsweise Winkelauflösung, Reichweite oder Leistungsbilanz nur unwesentlich beeinflussen oder gar verschlechtern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gemäß dem Hauptanspruch dadurch gelöst, daß bei einem gattungsgemäßen Radarsensor mindestens ein weiteres Erregerelement vorhanden ist, welches zu einem der ersten Erregerelemente derart unmittelbar parallel geschaltet ist, daß diese beiden Erregerelemente ihre Signale gemeinsam von ein und demselben Sendeschaltkreis erhalten bzw. gemeinsam an ein und denselben Empfangsschaltkreis liefern. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das weitere Erregerelement über einen Leistungsteiler mit dem ersten Erregerelement verbunden, wobei der Leistungsteiler so ausgelegt ist, daß im Sendefall dem weiteren Erregerelement ein kleinerer Teil der Leistung und dem ersten Erregerelement ein größerer Teil der Leistung zuführbar ist. Erfindungsgemäß wird dadurch ein Kraftfahrzeug-Radarsensor geschaffen, mit einer Antennenanordnung, bestehend aus einem fokussierenden Mittel und mindestens zwei Erregerelementen, die in Verbindung mit dem fokussierenden Mittel ein Antennendiagramm ausbilden, welches mindestens zwei, sich allenfalls teilweise überlappende Hauptkeulen aufweist, wobei wenigstens eine dieser Hauptkeulen an einer Flanke eine schulterartige Ausbuchtung aufweist. Diese schulterartige Ausbuchtung liegt auf einem Amplitudenniveau, das so hoch ist, daß die erste Nullstelle im Antennendiagramm aufgefüllt ist. Bevorzugt liegt sie höher als der maximale Amplitudenwert, den die größte Nebenkeule im Antennendiagramm erreicht. Andererseits liegt diese schulterartige Ausbuchtung vorzugsweise unterhalb der 3 dB-Punkte der Hauptkeulen des Antennendiagramms. Die Höhe des Amplitudenniveaus der schulterartigen Ausbuchtung wird dabei unter anderem über das Teilverhältnis des erfindungsgemäßen Leistungsteilers bestimmt. Bevorzugte Ausführungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren untergeordneten Ansprüchen.

Vorteil des erfindungsgemäßen Radarsystems ist, daß eine Verbreiterung des beobachtbaren Winkelbereichs im Nahbereich einfach und kostengünstig zu realisieren ist. Damit läßt sich ein erfindungsgemäßer Radarsensor sehr gut an verschiedene Kraftfahrzeugtypen anpassen. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Radarsensors ist, daß die Reichweite des Sensors bei gleicher Sendeleistung nur unwesentlich vermindert wird. Umgekehrt ist nur eine unwesentlich höhere Sendeleistung notwendig, um dieselbe

Reichweite zu erzielen wie bei einem gattungsgemäßen Radarsensor. Gegenüber einer Verwendung eines belegungskorrigierten Linsensystems (shaped lens) ist der erfindungsgemäße Radarsensor beim Einbau wesentlich unempfindlicher gegenüber mechanischen Toleranzen.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Prinzipskizze eines gattungsgemäßen Radarsensors entsprechend dem Stand der Technik,

Fig. 2 ein Antennendiagramm eines Radarsensors entsprechend dem Stand der Technik,

Fig. 3 eine Streifenleiterstruktur einer erfindungsgemäßen Anordnung von Erregerelementen und

Fig. 4 ein Antennendiagramm eines erfindungsgemäßen Radarsensors.

Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze eines gattungsgemäßen Radarsensors gemäß dem Stand der Technik. Er ist in einem kompakten Gehäuse 10 untergebracht, welches an einem Kraftfahrzeug montierbar ist und welches eine Antennenanordnung bestehend aus einer dielektrischen Linse 11 und drei Erregerelementen 12 umfaßt. In Verbindung mit der dielektrischen Linse bildet jedes der drei Erregerelemente 12 eine Antennenkeule 13, 14, 15 aus. Die Antennenkeulen 13, 14, 15 liegen nebeneinander und überlappen sich nur teilweise. Durch sequentielles Umschalten zwischen den verschiedenen Antennenkeulen oder durch einen Amplituden- und/oder Phasenvergleich zwischen den Empfangssignalen der einzelnen Antennenkeulen ist es möglich, eine Winkel- lage detektierter Radarziele zu bestimmen. Entsprechende Verfahren sind im Stand der Technik allgemein bekannt.

Fig. 2 zeigt ein berechnetes Antennendiagramm eines gattungsgemäßen Radarsensors entsprechend dem Stand der Technik. Entlang der Abszisse sind symmetrisch zur Mittelachse nach rechts und nach links Winkelwerte angegeben, unter denen sich ein Radarziel relativ zum Radarsensor befinden kann. An der Ordinate sind auf einen Maximalwert normierte und dementsprechend in Dezibel angegebene Amplitudenwerte des Antennendiagramms oder eines Referenzsignals angegeben. Eine Linie 20 liegt um 3 dB unterhalb des Maximalwerts des Antennendiagramms. Deutlich zu erkennen sind drei Hauptkeulen 21, 22, 23, die den bildlich skizzierten Antennenkeulen 13, 14, 15 in **Fig. 1** entsprechen. Weiterhin sind zahlreiche Nebenkeulen 24 zu erkennen, die üblicherweise bei jedem realen Antennendiagramm vorhanden sind. Die Hauptkeulen 21, 22, 23 überlappen sich, wie in **Fig. 1** bereits angedeutet, teilweise.

Fig. 3 zeigt eine Streifenleiterstruktur, die eine erfindungsgemäße Anordnung von Erregerelementen aufweist. Zu erkennen sind drei parallele Signalpfade 310, 320 und 330, die über einen Leistungsteiler 302 und einen gemeinsamen Eingang 301 gespeist werden. Jeder der drei Signalpfade weist einen ersten Signalverarbeitungsschaltkreis 305 auf. Dieser umfaßt jeweils zwei Ringkoppler 306, 307 zur Trennung der Sende- und Empfangssignale sowie zwei Schaltungsstrukturen 308. Die Schaltungsstrukturen 308 beinhalten Mischerstufen für eine erste Verarbeitung empfangener Radarsignale. Dabei wird entsprechend dem hier verwendeten FMCW-Radarprinzip ein Teil der über den Eingang 301 zugeführten Sendesignale zur Mischung verwendet. Insgesamt verbindet der Schaltkreis 305 die Funktionen einer Sende/Empfangsweiche und einer ersten Empfangsmischerstufe. Die empfangenen und herunter gemischten Radarsignale können von den Schaltungsstrukturen 308 vorzugsweise mittels einer nicht gezeigten Durchkontaktierung auf der Unterseite der Streifenleiterstruktur abgegriffen

werden.

Ein weiterer Anschluß eines jeden Signalverarbeitungsschaltkreises 305 führt auf ein bzw. erfindungsgemäß auf zwei unmittelbar zueinander parallel geschaltete Erregerelemente 311, 312, 321, 331 und 332. Diese sind im vorliegenden Beispiel als Patchelemente ausgeführt und in einer Reihe angeordnet. Den Kern der Erfindung bilden die Erregerelemente 312 und 332, die am Anfang und am Ende der Reihe liegen. Sie sind vorzugsweise über Leistungsteiler 303, 304 unmittelbar den Erregerelementen 311 und 331 parallel geschaltet oder zumindest parallel schaltbar. Der Abstand d_2 zwischen dem Erregerelement 311 und 312 bzw. dem Erregerelement 331 und 332 ist vorzugsweise größer als der Abstand d_1 zwischen den Erregerelementen 311 und 321 bzw. 321 und 331.

Fig. 4 zeigt beispielhaft das Antennendiagramm eines erfindungsgemäßen Radarsystems mit einer Erregeranordnung gemäß **Fig. 3**. Zu erkennen sind wiederum die drei Hauptkeulen 41, 42 und 43 sowie zahlreiche Nebenkeulen 44, 46. Erfindungsgemäß weist die rechte Hauptkeule 43 eine schulterartige Ausbuchtung 45 auf, deren Amplitudenniveau größer ist als der maximale Amplitudenwert der größten Nebenkeule 44. Umgekehrt liegt das Amplitudenniveau der schulterartigen Ausbuchtung in diesem Ausführungsbeispiel um ca. 12 dB unterhalb des Maximalwerts der Hauptkeule 42. Wie zu erkennen, liegt der Maximalwert der Hauptkeule 43 hier niedriger als der Maximalwert der Hauptkeulen 41 und 42. Dies ist eine Folge davon, daß ein durch das Teilverhältnis des Leistungsteilers 303 bestimmter Anteil der Sendeleistung in diesem Fall über das Erregerelement 312 abgestrahlt wird. Da dieses seitlich gegenüber dem Erregerelement 311 versetzt ist, wird in die Hauptstrahlrichtung des Erregerelements 311 eine dem Teilverhältnis entsprechend geringere Leistung gesendet. Anschaulich gesprochen wird dieser geringe Teil der Sendeleistung zur Ausbildung der schulterartigen Ausbuchtung umgeleitet. Die Reduzierung der Reichweite läßt sich bei Bedarf kompensieren, indem in den Signalpfad 310 eine entsprechend größere Sendeleistung eingespeist wird. Angesichts der Größe der Reduzierung ist dies beim vorliegenden Ausführungsbeispiel jedoch nicht notwendig.

Entsprechend der Bedeutung eines Antennendiagramms führt die schulterartige Ausbuchtung 45 dazu, daß der beobachtbare Winkelbereich eines erfindungsgemäßen Radarsensors gegenüber einem Radarsensor nach dem Stand der Technik im Nahbereich nach rechts verbreitert ist. Dies geht, wie bereits angesprochen, in diesem Fall zu Lasten einer geringfügigen Reduzierung der Reichweite der rechten Hauptkeule 43, die jedoch aufgrund ihrer Größe vernachlässigbar ist. Ursache der schulterartigen Ausbuchtung 45 ist die erfindungsgemäße Verwendung des zusätzlichen Erregerelements 312. Das Amplitudenniveau der Ausbuchtung und damit verbunden auch der Betrag, um den die Reichweite der Hauptkeule 43 absinkt, kann über das Teilverhältnis des Leistungsteilers 303 eingestellt werden. Die Lage der Schulter 45 wird durch die geometrischen Abmessungen des Erregerelements 312 im Hinblick auf die übrigen Erregerelemente bestimmt. Durch die Wahl des Abstandes d_2 kann die Lage und Ausprägung der schulterartigen Ausbuchtung 45 eingestellt werden. Je größer der Abstand d_2 gewählt wird, desto weiter rückt die schulterartige Ausbuchtung 45 nach außen. Gleichzeitig wird sich jedoch eine zunehmend stärkere Einbuchtung zwischen der Hauptkeule 43 und der schulterartigen Ausbuchtung 45 einstellen, so daß die schulterartige Ausbuchtung 45 dann eher wie eine weitere Nebenkeule 44 wirkt.

Hier ist es in das Ermessen des Fachmanns gestellt, einen optimalen Kompromiß zwischen der gewünschten Breite

der Hauptkeule **43** einschließlich der schulterartigen Ausbuchtung **45** und einem möglichst homogenen, das heißt näherungsweise monoton abfallenden Amplitudenverlauf im Flankenbereich der Hauptkeule zu erreichen. Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, den Abstand d_2 größer als den Abstand d_1 zwischen den Erregerelementen **311** und **321** bzw. **321** und **331** zu wählen. Vorteilhaft ist es, die Breite d_2 so zu wählen ist, daß das zusätzliche Erregerelement **312**, **332** außerhalb des 3 dB-Öffnungswinkels der Hauptkeulen **43**, **41** liegt.

Entsprechend der eingangs gestellten Aufgabe wird ein erfindungsgemäßer Radarsensor vorzugsweise so aufgebaut, daß sich die schulterartige Ausbuchtung **45** an der Außenseite einer außenliegenden Antennenkeule **43** befindet. Es ist jedoch auch denkbar, eine schulterartige Ausbuchtung an der Innenseite einer oder mehrerer, nebeneinanderliegender Hauptkeulen vorzusehen, wenn die "Blickrichtung" dieser Hauptkeulen seitlich verbreitert werden soll.

Wenn erforderlich, kann eine schulterartige Ausbuchtung **45** auf die zuvor beschriebene Weise auch bei der zweiten außenliegenden Antennenkeule **41** erreicht werden. Häufig ist dies jedoch nicht notwendig, insbesondere dann nicht, wenn ein erfindungsgemäßer Radarsensor vorne rechts und vorne links an einem Kraftfahrzeug montiert wird. Um in diesen Fällen jedoch den Applikationsaufwand zu verringern, ist gemäß Fig. 3 bevorzugt vorgesehen, daß nur ein weiteres Erregerelement tatsächlich mit den Sende/Empfangsschaltkreisen des Radarsensors verbunden ist. Dies kann kostengünstig realisiert werden, indem in der Serienfertigung eines Radarsensors beide weiteren Erregerelemente **312**, **332** mit den Sende-Empfangsschaltkreisen des Radarsensors verbunden sind, in der Endmontage des Radarsensors jedoch die nicht benötigte Verbindung wieder aufgetrennt wird. Dies ist bei dem Leistungsteiler **304** in Fig. 3 gezeigt. Umgekehrt können natürlich auch beide Erregerelemente **312**, **332** zunächst unkontaktiert bleiben und nur das jeweils benötigte wird in einem letzten Arbeitsschritt beispielsweise durch Bonden mit den Sende/Empfangsschaltkreisen des Sensors kontaktiert. Wird der Leistungsteiler beispielsweise mit PIN-Diodenschaltern versehen, kann die schulterartige Ausbuchtung wahlweise und gegebenenfalls auch im Betrieb des Radarsensors eingeschaltet werden.

Über das hier dargestellte Ausführungsbeispiel hinaus kann die Erfindung sowohl bei dem hier gezeigten FMCW-Radar als auch bei einem Pulsradar eingesetzt werden. Alternativ zu der hier dargestellten Streifenleiterstruktur und den dabei verwendeten Patchelementen können die Erregerelemente auch als Dipole oder beispielsweise in Hohlleitertechnik ausgeführt sein. Gleiches gilt für die damit verbundenen Leitungszuführungen und Leistungsteiler. Darüber hinaus kann man durch ein Parallelschalten von mehreren, weiteren Erregerelementen treppenartig mehrere schulterartige Ausbuchtungen mit verschiedenen, vorzugsweise abnehmenden Amplitudenniveaus bei einer Antennenkeule ausbilden. Dies läßt sich vorteilhaft verwenden, um einen Nahbereich um den Radarsensor sehr breit und einen Fernbereich demgegenüber vergleichsweise schmal zu beleuchten.

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug-Radarsensor mit einer Antennenanordnung, bestehend aus einem fokussierenden Mittel (**11**) und mindestens drei ersten Erregerelementen (**12**, **311**, **321**, **331**), die in Verbindung mit dem fokussierenden Mittel mindestens drei, sich allenfalls teilweise überlappende Antennenkeulen ausbilden und die

schaltbar oder permanent mit ersten Sende- und/oder Empfangsschaltkreisen (**313**) des Radarsensors verbindbar oder verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein weiteres Erregerelement (**312**, **332**) vorhanden ist, welches zu einem der ersten Erregerelemente derart unmittelbar parallel geschaltet ist, daß diese beiden Erregerelemente ihre Signale gemeinsam von ein und demselben Sendeschaltkreis erhalten bzw. gemeinsam an ein und denselben Empfangsschaltkreis liefern.

2. Kraftfahrzeug-Radarsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Erregerelement über einen Leistungsteiler (**303**, **304**) mit dem ersten Erregerelement verbunden ist, wobei der Leistungsteiler so ausgelegt ist, daß im Sendefall dem weiteren Erregerelement ein kleinerer Teil der Leistung und dem ersten Erregerelement ein größerer Teil der Leistung zuführbar ist.

3. Kraftfahrzeug-Radarsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregerelemente zumindest näherungsweise in einer Reihe angeordnet sind und daß das weitere Erregerelement (**312**, **332**) am Anfang oder am Ende dieser Reihe liegt.

4. Kraftfahrzeug-Radarsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Erregerelement (**312**, **332**) einen Abstand d_2 zum ersten, ihm parallel geschalteten Erregerelement (**311**, **331**) besitzt, der mindestens so groß ist, daß das weitere Erregerelement außerhalb des 3dB-Öffnungswinkels der Hauptkeule des ersten Erregerelements liegt.

5. Kraftfahrzeug-Radarsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand d_2 zwischen dem weiteren Erregerelement (**312**, **332**) und dem ihm parallel geschalteten ersten Erregerelement (**311**, **331**) größer ist, als der Abstand d_1 von dem ersten Erregerelement (**311**, **321**, **331**) zu seinem benachbarten ersten Erregerelement.

6. Kraftfahrzeug-Radarsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei weitere Erregerelemente (**312**, **332**) vorhanden sind, von denen jedoch mindestens eins (**332**) ohne elektrisch leitfähige Verbindung zu einem der ersten Erregerelemente ist.

7. Kraftfahrzeug-Radarsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregerelemente sowie ihre Zuführungsleitungen in Streifenleitertechnik ausgeführt sind.

8. Mehrstrahliger Kraftfahrzeug-Radarsensor mit einer Antennenanordnung, bestehend aus einem fokussierenden Mittel (**11**) und mindestens drei Erregerelementen (**12**, **311**, **321**, **331**), die in Verbindung mit dem fokussierenden Mittel ein Antennendiagramm ausbilden, welches mindestens drei, sich allenfalls teilweise überlappende Hauptkeulen (**41**, **42**, **43**) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine dieser Hauptkeulen an einer Flanke wenigstens eine schulterartige Ausbuchtung (**45**) aufweist.

9. Mehrstrahliger Kraftfahrzeug-Radarsensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die schulterartige Ausbuchtung bei einem höheren Amplitudenniveau liegt, als der maximale Amplitudenwert, den die größte Nebenkeule erreicht.

10. Mehrstrahliger Kraftfahrzeug-Radarsensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die schulterartige Ausbuchtung um wenigstens 3dB unterhalb des maximalen Amplitudenwertes der Hauptkeule liegt.

11. Mehrstrahliger Kraftfahrzeug-Radarsensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die genannten Hauptkeulen in einer Reihe nebeneinander liegen

und daß sich die Ausbuchtung an der äußeren Seite einer außenliegenden Hauptkeule befindet.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

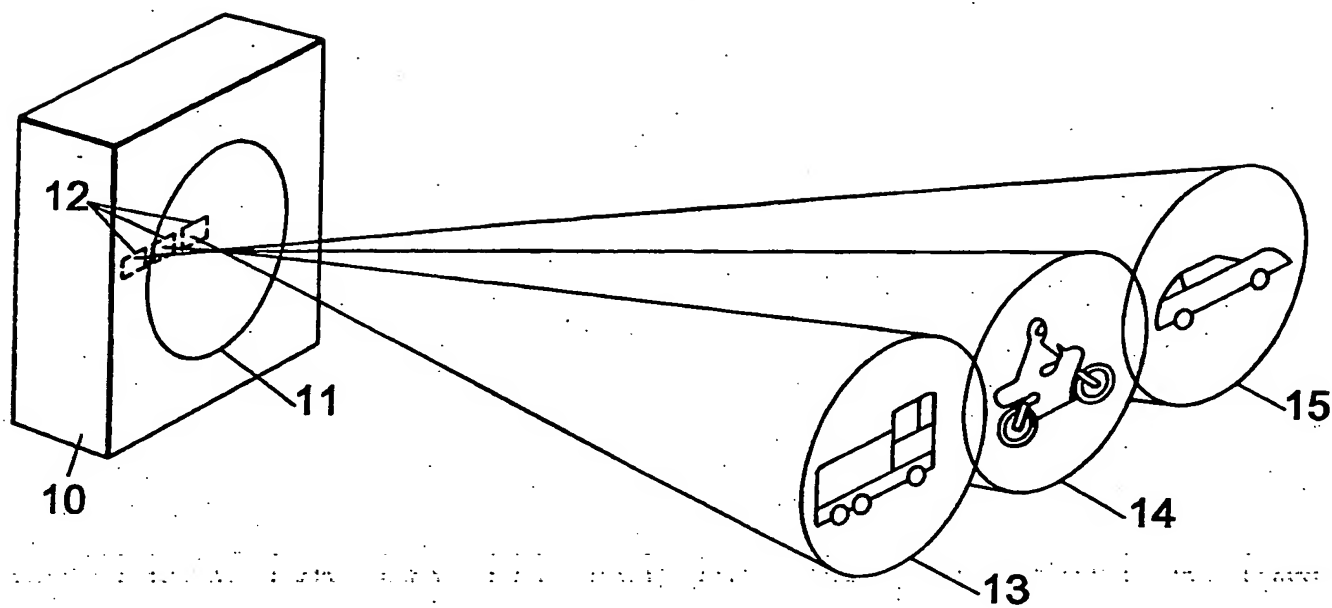


Fig. 2

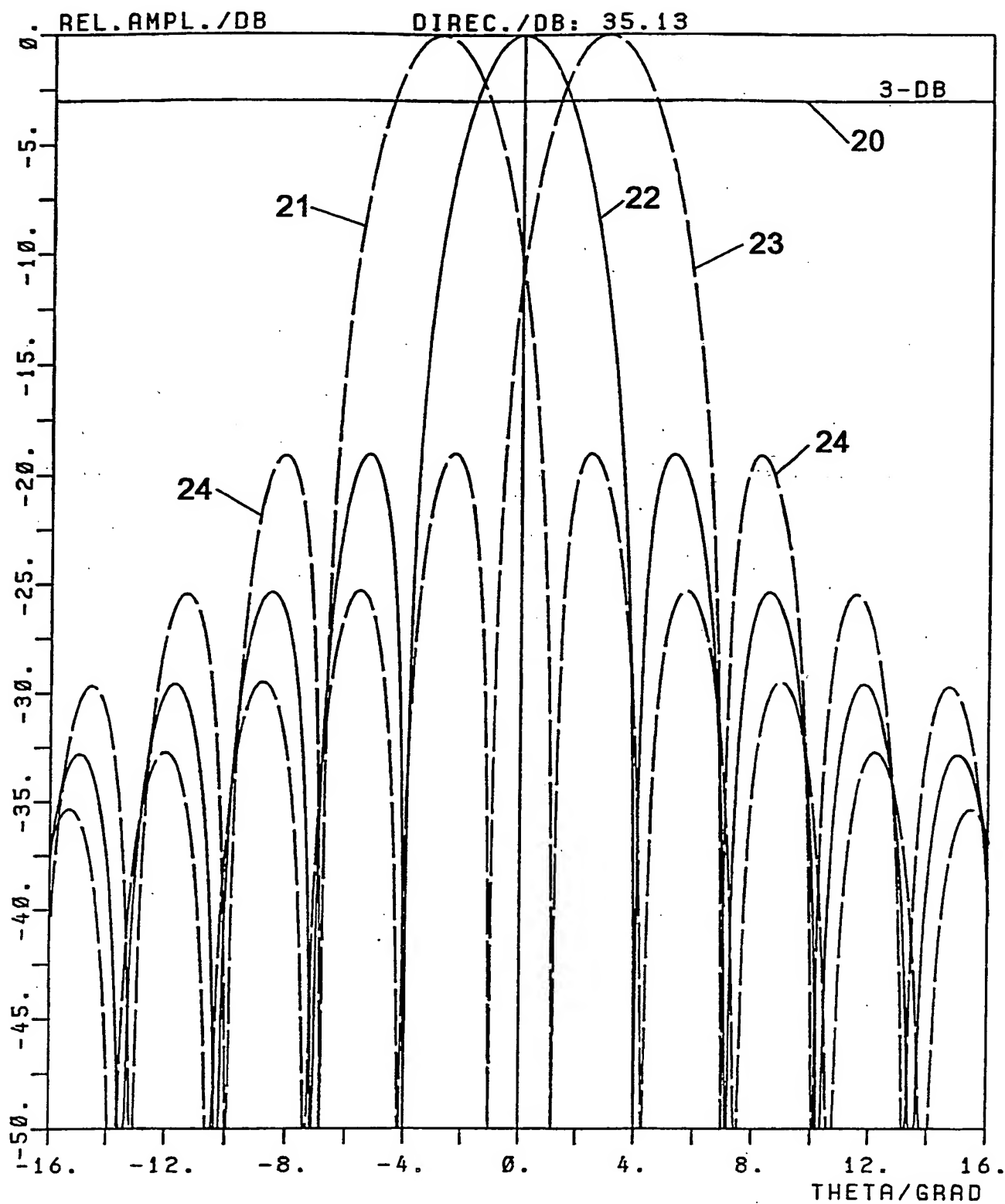


Fig. 3

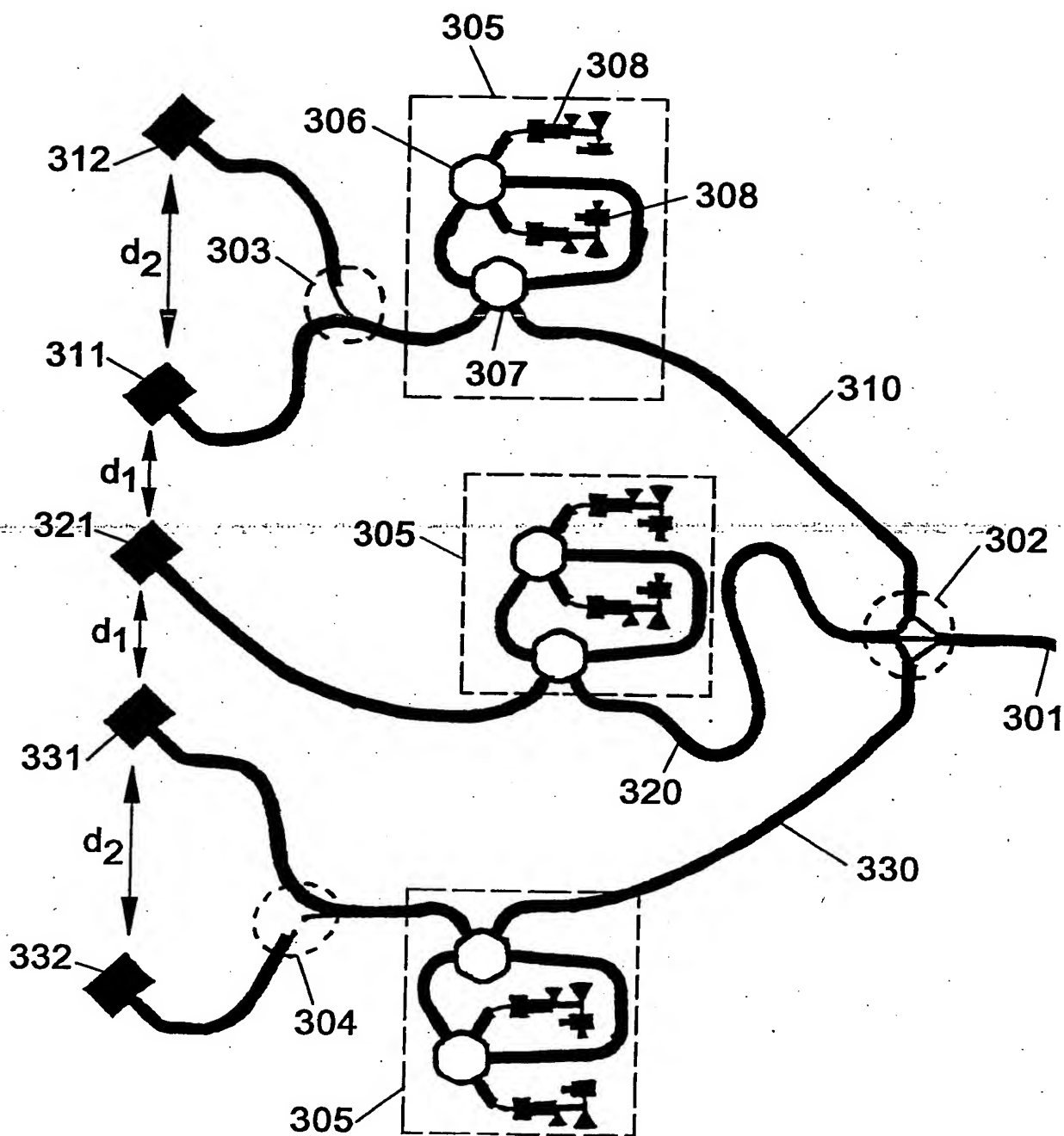
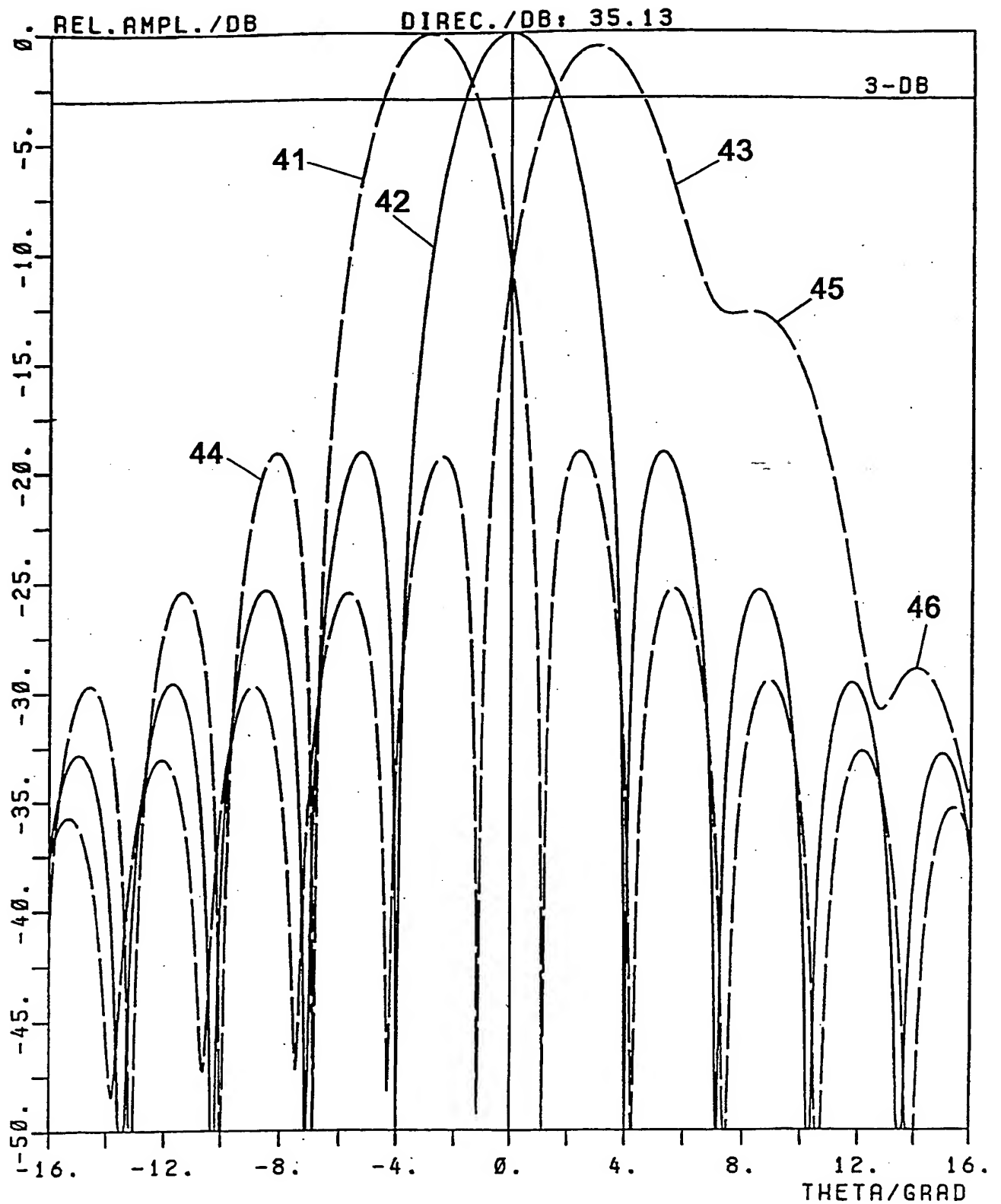


Fig. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)